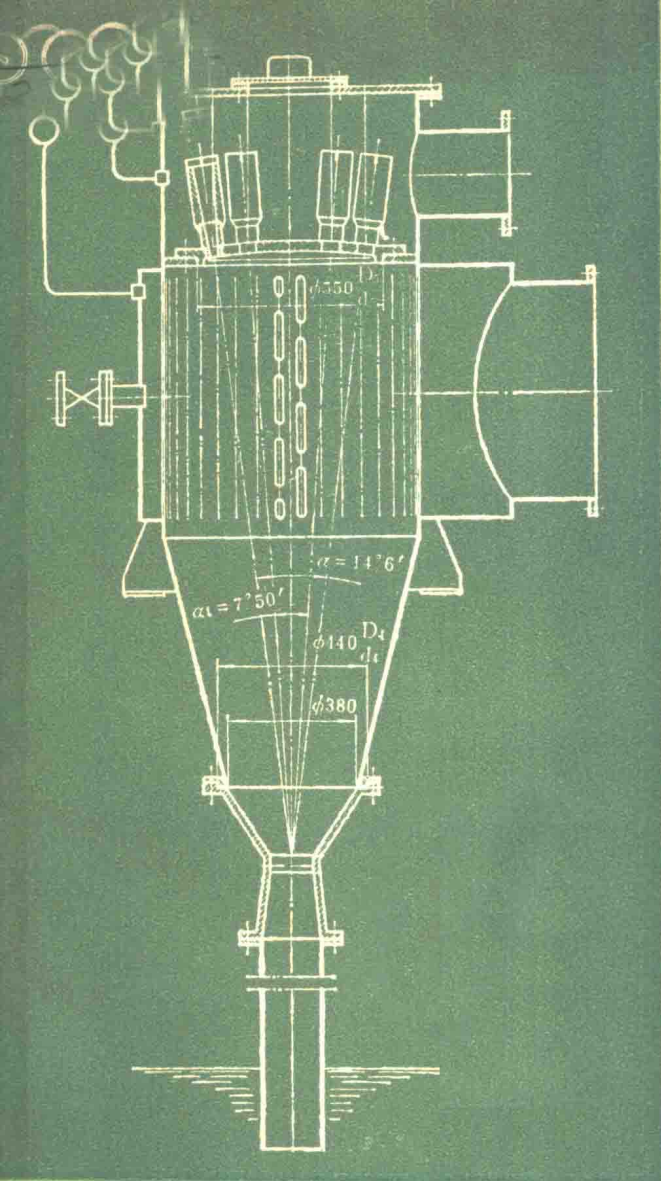


水喷射冷凝器和抽气器



广东轻工机械设计研究所编

轻工业出版社

水喷射冷凝器和抽气器

广东轻工机械设计研究所编

轻工业出版社

内 容 提 要

水喷射冷凝器及水喷射抽气器，都是应用水喷射器的原理获得真空。它具有一定的先进性，在甘蔗制糖工业上已广泛地应用，在制盐及医药工业中也有应用。本书收集了生产实践中的技术资料，分别对其基本原理、简易设计计算、结构探讨及制造、安装、操作中的注意事项等内容作了简明、实用的介绍，并附有设计计算实例。可供制糖工业的生产技术人员、设计人员阅读，其它有关化工工业、机械工业的技术人员、设计人员也可参考。

水喷射冷凝器和抽气器

广东轻工业机械设计研究所编

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路白堆子75号)

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 印张：2 $\frac{26}{32}$ 字数：60千字

1975年5月 第一版第一次印刷

印数：1—11,600 定价：0.25元

统一书号：15042·1365

前 言

在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国甘蔗制糖工业广大工人和技术人员，遵照毛主席“抓革命，促生产”“自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想”的教导，深入开展“工业学大庆”群众运动，贯彻“鞍钢宪法”，组成工人、革命干部和技术人员，生产厂、科研和设计单位参加的内外三结合小组，坚持政治挂帅，大搞技术革新和技术改造，取得了丰硕的成果。水喷射冷凝器与水喷射抽气器就是其中的一个课题。实践证明：应用它进行冷凝兼排除空气而获取真空，具有体积小、重量轻、结构简单、制造容易、操作与维修方便及效率高等优点。因此，很快就在许多糖厂和盐场推广应用，并得到了全国各地许多部门的支持和鼓励。

为了进一步推广这种设备，我们在初步总结经验的基础上，编写了这本小册子。在编写中，考虑到当前许多单位需要结合实际情况自行设计、加工制造和安装使用，介绍了设计中各有关技术参数的一些经验数据和相互之间的关系，及在加工制造方面应注意的问题，对于安装位置的比较和操作维修也作了简明的阐述。但是，由于我们政治业务水平不高，书中难免有一定的局限性和错误之处，请同志们批评指正。

我们所做的工作，仅是开始，而且做得很粗糙，偏重于实用方面的一些肤浅的概念，还缺乏有计划有系统的机理研究。因此，有些经验数据也许不是最佳值，设备效率还不是

很理想。我们要继续高举毛泽东思想伟大红旗，在阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动中，不断通过生产实践的验证，从感性认识提高到理性认识，理论与实践密切结合，探索其内部规律，进一步提高设备的生产效能，努力得多快好省地建设社会主义和支援世界革命多作贡献。

本书在编写过程中曾经过广东鱼涡头糖厂、南海糖厂、广州轻工业设计院等单位审校，在此表示感谢。

广东轻工业机械设计研究所

一九七五年一月

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

要认真总结经验。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

第一章	概述	(1)
第二章	结构及工作原理	(5)
第三章	简易的计算方法	(8)
	(一) 水喷射冷凝器的冷却水用量	(8)
	(二) 喷嘴的水流量	(11)
	(三) 排除空气的容积量与重量的关系	(12)
	(四) 特定条件下排容系数K值的曲线	(14)
	(五) 进水管直径与进蒸汽管直径	(16)
	(六) 每单位排容量的耗用功率	(18)
第四章	有关问题的分析和探讨	(20)
	(一) 水喷射冷凝器和抽气器的生产 查定摘要	(20)
	(二) 水室水压力的选择	(39)
	(三) 喷嘴的直径和数量的选择	(40)
	(四) 喷嘴直径的大小与喷射水流长度 的关系	(42)
	(五) 喉部的截面积和高度的选择	(44)
	(六) 喷射水流聚合焦点的位置等问题	(49)
	(七) 尾管直径的选择	(50)
	(八) 尾管高度问题的讨论	(52)
	(九) 尾管末端的水封问题	(53)
	(十) 器身装设汽环的依据	(54)

(十一) 减少喷射水流水珠飞溅的措施	(55)
(十二) 关于使用和操作上的一些问题	(56)
(十三) 冷却水倒流入罐内成因的分析	(50)
(十四) 水喷射抽气器与真空泵和水喷射 冷凝器与淋洒式冷凝器——真空 泵系统的比较	(60)
第五章 设计计算实例	(62)
(一) 水喷射冷凝器	(62)
(二) 水喷射抽气器	(70)
附表 饱和水蒸汽性质表 (按温度排列)	(76)

第一章 概 述

近年来，在我国甘蔗制糖工业中，已开始普遍地把水喷射冷凝器应用于蒸发及煮糖的真空系统，把水喷射抽气器应用于真空吸滤机的真空系统，以代替普通淋洒式冷凝器和真空泵等设备。其设备配套如图 1、图 2 所示。

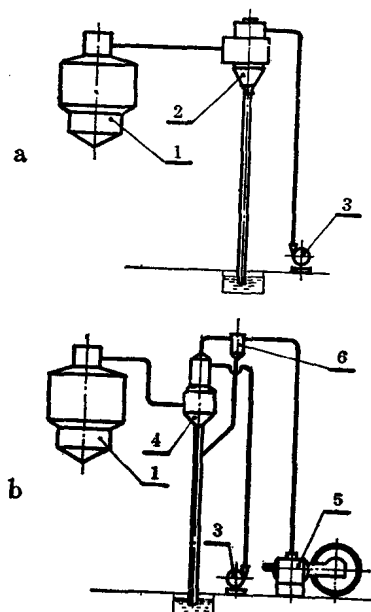


图 1 蒸发及煮糖的真空系统

- a) 用水喷射冷凝器 b) 用淋洒式冷凝器——真空泵
 1—蒸发或煮糖罐； 2—水喷射冷凝器； 3—水泵； 4—淋洒式冷凝器； 5—真空泵； 6—分水器

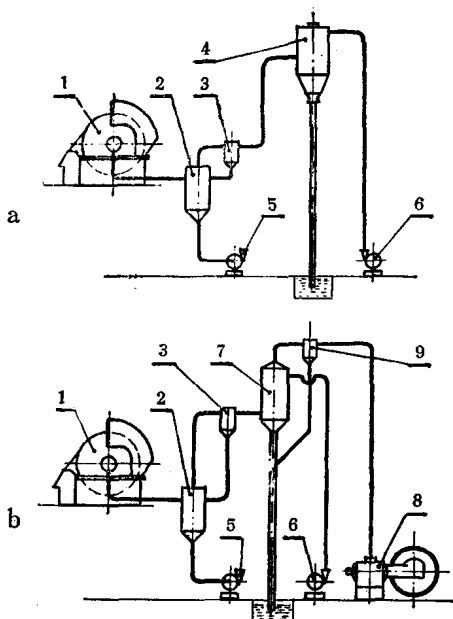


图2 真空吸滤机的真空系统

a) 用水喷射抽气器

b) 用淋洒式冷凝器——真空泵

1—真空吸滤机； 2—抽汁罐； 3—捕汁器； 4—水喷射抽气器；
5—汁泵； 6—水泵； 7—淋洒式冷凝器； 8—真空泵； 9—分水器

糖汁在负压600~700毫米汞柱真空度的密闭容器里进行蒸发、浓缩或结晶，从而产生大量的二次蒸汽（糖厂中常称为汁汽），这些蒸汽需要冷凝，少量不凝结气体需要不断地排除，以维持规定的真空度。此种以冷凝为主、排除空气为副的设备称为水喷射冷凝器。

连续真空吸滤机是在负压300~500毫米汞柱的真空度下，以滤布为过滤介质，吸滤高温的糖汁。糖汁因自蒸发

而产生少量蒸汽需要冷凝，有大量的空气需要排除，这种以排除空气为主、冷凝为副的设备称为水喷射抽气器。

水喷射冷凝器和水喷射抽气器，都是应用水喷射器的原理获得真空的。

实践证明，水喷射冷凝器和水喷射抽气器均能把淋洒式冷凝器的冷凝作用与真空泵排除空气（包括不凝结气体）的作用合并在一个简单的设备中同时完成。因此简化了工艺流程，节省了设备。水喷射冷凝器和水喷射抽气器有如下优点：

1. 结构简单，易于制造，体积小，重量轻，可节省钢材、设备和基建费用，便于糖厂自力更生搞技术革新。

2. 操作调节简单方便，不用专人管理，可减少管理真空泵的专职人员。

3. 无机械运动部分，维修简便，可减去维修真空泵的麻烦工作，及润滑油脂的消耗。没有噪音，可改善厂区的环境卫生。

4. 效能较高，耗电量比用真空泵系统减少 5~10%。

但是，事物都是一分为二的，它在使用上也受着一定条件的限制，并存在着一些问题：

1. 本器是采用多喷嘴的结构，喷嘴的出口直径一般为 15~20 毫米。经验证明，直径在 15 毫米以下时，容易被水中的杂物（如小鱼、虾、贝壳和蔗叶等）所堵塞。所以在水质不洁净而又必须采用较小直径的喷嘴时，会影响连续性的生产。

2. 本器的用水量与淋洒式冷凝器的用水量基本相同或略为多些，但需要水泵的扬程高 15~20 米，故水源不足时，会影响真空度和多耗电能。

3. 根据初步查定得知，在 600~700 毫米汞柱真空度

时，水喷射冷凝器的排容效能低（可参阅图 4 中的 A 曲线），这恰是糖厂中蒸发和煮糖使用的真空技术参数。有些糖厂因设备陈旧，渗漏空气较严重，便不能达到预期的真空度。

4. 设计和制造要求较高，要求在设计时选用各参数须互相配合，（下文有所论及）特别在制造时要求各喷射水流均应准确地聚合在同一的焦点上，并与喉部的垂直中心线同心，否则会影响排容效能，严重的还会导致冷却水倒流入罐内。

5. 目前有些厂在正常使用中，当突然的瞬间冷却水不能全部顺利地由尾管排出时，大量的冷却水倒流入蒸发或煮糖罐里，致造成生产故障。

第二章 结构及工作原理

本器是竖立安装的设备，结构如图 3 所示，除喷嘴、喷嘴座板和喉部段用铸铁制造外，其余用钢管和钢板卷制焊合组成。

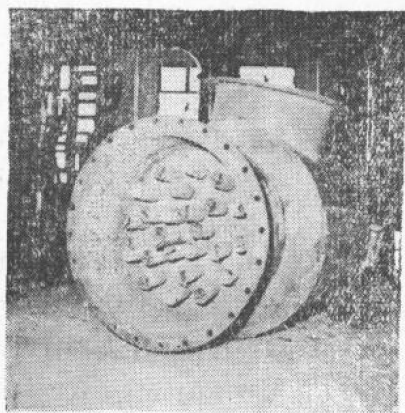
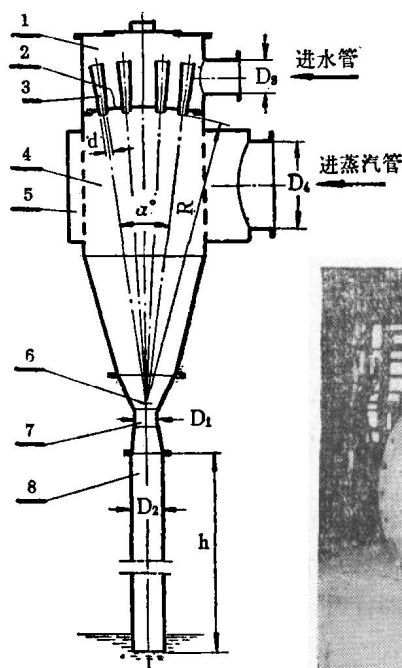


图 3 结构简图

1—水室；2—喷嘴座板；3—喷嘴；4—蒸汽室；5—汽环；6—聚焦点；7—喉部段；8—尾管

冷却水一般用离心泵从进水管输送至水室中，使水室中的水具有一定的压力，通过对称而均布排列的多个喷嘴的作用，使冷却水的位能转变为动能。经过喷嘴后形成的喷射水流流速一般为15~30米/秒，经过一定的距离 R 后，各喷射水流准确地聚合在同一的焦点上。由于喷射水流的流速较高，使其周围形成负压，起一定的抽吸作用，因而使被冷凝的蒸汽能够进入进蒸汽管经汽环后从四周流入汽室。汽环的作用是使蒸汽速度减慢，以免高速度的蒸汽将喷射水流冲歪；倘若蒸汽（或空气）流速不高可不设置汽环（参阅图7、8的结构）。

在汽室中，喷射水流与蒸汽直接接触，进行热交换，将绝大部分的蒸汽凝结成水，使蒸汽的体积急剧地缩小（例如：在660毫米汞柱的真空时，1立方米的蒸汽全部冷凝后，变成0.0875公斤的凝结水，亦即体积缩小约11,600倍），从而获得一定的真空度。同时，高速的喷射水流把不凝结的气体（或空气）和极微量未被冷凝的蒸汽，互相摩擦混合和压缩，一并通过喉部，再经过一段高度的尾管的抽吸作用，排入大气中，因而获得更高的真空度。这是水喷射冷凝器的工作基本原理。水喷射抽气器的工作原理也是一样，不过冷凝作用较小或没有冷凝的作用而已。

喉部段的上端要有足够的空间（结构如图3所示），使尽可能多的不凝结气体随着喷射水流一并通过喉部带走。至于喉部和尾管作用，下文再行讨论。

采用多喷嘴的结构型式，是因为可得到较大的水——汽接触面积，有利于热交换的进行，获得较好的冷凝效果。并且从查定中得知，多喷嘴型式的排容系数要比燃化部化学工业设计院第十设计院编《蒸汽喷射制冷设计手册》中介绍的单

喷嘴水喷射器的排容系数（即体积喷射系数）大，也就是说抽气效能较高。其主要原因，可能是由于多股的喷射水流与气体摩擦、相碰和混合的机遇多，水与气的混合比率较大，因而获得的冷凝效果和抽气效能较好。这只是初步的设想，还有待今后进一步的研究验证。

第三章 简易的计算方法

利用喷射原理获得真空，其工作理论比较复杂，是热工学和流体力学的过程，目前尚无确切的理论计算方法。我们这里介绍在设计中的简易计算方法和有关的经验数据，以供参考。

(一) 水喷射冷凝器的冷却水用量

水喷射冷凝器是以冷凝为主，冷却水用量决定于被冷凝的蒸汽的热焓量、冷却水的进水温度和排出水温度。根据热平衡条件，可按下式计算：

$$Q = \frac{W(i'' - t_2)}{t_2 - t_1} \text{吨/小时} \quad (1)$$

式中 Q —— 冷却水用量，吨/小时

W —— 被冷凝的蒸汽量，吨/小时

i'' —— 蒸汽的热焓，千卡/公斤

t_1 —— 冷却水的温度， $^{\circ}\text{C}$

t_2 —— 尾管排出的水的温度， $^{\circ}\text{C}$

例如，在华南地区冷却水的温度为 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相应的尾管排出水温为 $30\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，设使用真空度参数为650毫米汞柱，查附表得 $i'' = 620$ 千卡/公斤。

以上述参数为计算数值，采用式 (1)，可计算出冷凝 1 吨蒸汽，在不同冷却水温度及温差时需用的冷却水量如表1。

冷却 度 水 t ₁ (°C)	尾管排出水温度 t ₂ (°C)														冷凝 1 吨蒸汽需要的冷却水量 (吨/吨蒸汽)													
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43														
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43														
15	39.3	36.8	34.6	32.6	30.8	29.3	27.8	26.5	25.3	24.2	23.2																	
16	42.1	39.3	36.8	34.5	32.6	30.8	29.2	27.8	26.5	25.3	24.2	23.2																
17	45.4	42.1	39.2	36.7	34.5	32.5	30.7	29.2	27.7	26.4	25.2	24.1	23.1															
18	49.2	45.3	42.0	39.1	36.6	34.4	32.4	30.7	29.1	27.7	26.4	25.2	24.1	23.1														
19	53.6	49.1	45.2	41.9	39.1	36.6	34.4	32.4	30.6	29.1	27.6	26.3	25.1	24.0	23.0													
20	59.0	53.5	49.0	45.2	41.9	39.0	36.5	34.3	32.3	30.6	29.0	27.6	26.3	25.1	24.0	23.0												
21	65.6	58.9	53.5	48.9	45.1	41.8	38.9	36.4	34.2	32.3	30.5	28.9	27.5	26.2	25.0	23.9												
22	73.8	65.4	58.8	53.4	48.8	45.0	41.7	38.9	36.4	34.2	32.2	30.5	28.9	27.5	26.2	25.0												
23	84.3	73.6	65.3	58.7	53.3	48.8	44.9	41.7	38.8	36.3	34.1	32.2	30.4	28.9	27.4	26.1												
24	98.3	84.1	73.5	65.2	58.6	53.2	48.7	44.8	41.6	38.7	36.3	34.1	32.1	30.4	28.8	27.4												
25		98.2	84.0	73.4	65.1	58.5	53.1	48.6	44.8	41.5	38.7	36.2	34.0	32.1	30.3	28.8												
26			98.0	83.9	73.3	65.0	58.4	53.0	48.5	44.7	41.4	38.6	36.1	33.9	32.0	30.3												
27				97.8	83.7	73.1	64.9	58.3	52.9	48.4	44.6	41.4	38.5	36.1	33.9	31.9												
28					97.7	83.6	73.0	64.8	58.2	52.8	48.3	44.5	41.3	38.5	36.0	33.8												
29						97.5	83.4	72.9	64.7	58.1	52.7	48.3	44.5	41.2	38.4	35.9												
30							97.3	83.3	72.8	64.6	58.0	52.6	48.2	44.4	41.1	38.3												

注：用两粗线之间的数值较为恰当